

基于偏微分方程迭代的最优舰船航线计算模型

王 龙

(四川职业技术学院, 四川 遂宁 629000)

摘 要: 在舰船最优航线规划的过程中, 使用传统航线计算方法存在着准确性低的问题, 为此通过引入迭代偏微分方程的方法设计最优舰船航线计算模型。首先按照舰船航线的计算特点构建航线规划偏积分方程, 在此基础上对航线信息迭代更新, 同时得出迭代值与更新结果, 最终得出舰船航线中航程与航向的计算结果。通过仿真实验发现使用传统的计算方法对舰船航线进行计算, 其准确率为 81.46%, 而偏微分方程迭代计算模型的准确率为 97.72%。

关键词: 偏微积分; 微积分方程; 迭代; 舰船航线计算; 最优航线

中图分类号: U692.3 文献标识码: A

文章编号: 1672-7649(2019)7A-0052-03 doi: 10.3404/j.issn.1672-7649.2019.7A.018

Optimal Ship Route Computing Model Based on Partial Differential Equation Iteration

WANG Long

(Sichuan Vocational and Technical College, Suining 629000, China)

Abstract: In the process of ship optimal route planning, there is a problem of low accuracy in the traditional route calculation method. Therefore, an iterative partial differential equation method is introduced to design the optimal ship route calculation model. Firstly, the partial integral equation of ship route planning is constructed according to the calculation characteristics of ship route. On this basis, the route information is updated iteratively. At the same time, the iteration value and update result are obtained. Finally, the calculation results of ship route and course are obtained. Through simulation experiments, it is found that the accuracy of traditional calculation method is 81.46%, while the accuracy of partial differential equation iteration calculation model is 97.72%.

Key words: partial calculus; calculus equations; iteration; ship route calculation; optimal route

0 引 言

由于海上环境条件复杂, 不稳定性因素较多, 因此在舰船出行之前需要对航线进行规划与计算。一般情况下舰船选择计算出的最优航线, 作为实际的出行航线, 最优航线的计算需要考虑到环境障碍, 航距、消耗能源等多个方面, 因此在规划最优航线的过程中需要对航线的航距、航向、环境等参数进行具体计算^[1]。传统的舰船航线计算方法存在着严重的计算误差, 导致计算结果无法作为航线规划与选择的参考依据。为了得到更加精确的最优舰船航线计算结果, 对传统计算方法进行改进, 引入偏积分方程迭代的概念。在一个微分方程当中出现多元函数的偏导数, 或者所求的函数和多个变量有关, 且方程当中出现所求函数对几个变量的导数, 则这种形式的微分方程即为偏微分方

程。将偏微积分方程通过连续反馈迭代的方式, 逐渐逼近所需结果, 在每一次迭代过程当中, 每重复一次即为一次迭代, 且每一次迭代得到的结果都会作用给下一次迭代的初始值, 通过这种方法可以达到提高计算结果精度的目的。

1 最优舰船航线计算模型设计

利用偏积分方程迭代原理, 对优化舰船航线计算模型进行设计, 具体的设计过程如图 1 所示。

1.1 构建航线规划偏积分方程

按照舰船航线的计算特点, 构建的偏积分方程的标准式应为椭圆型偏积分方程, 使用有限差分方法, 把定解问题转化成为代数问题, 以此来得出所需结果^[2]。偏积分方程构建为下式:

收稿日期: 2019-05-25

作者简介: 王龙(1983-), 男, 硕士, 讲师, 主要研究方向为偏微分方程、数学建模及应用数学。

$$\begin{cases} X_A + aY_A + bZ_A = 0, \\ X_A - X = \frac{Y_A - Y}{a}, \\ X_A - X = \frac{Z_A - Z}{b}, \end{cases} \quad (9)$$

可以求出 A 点坐标的值, 抑制 PH 之间的平均曲率半径为 R_{PH} , 那么即可求出航距 PH 的值, 计算方法如下式:

$$PH = \sqrt{\left(R_{PH} - \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2}\right)^2 + \left[(X_A - X)^2 + (Y_A - Y)^2 + (Z_A - Z)^2\right]}. \quad (10)$$

按照同样的方法便可以计算出航线上所有节点之间的航距, 将计算出的航距累加便可得出航线的总航距。

1.3.2 航向角

将舰船的最优航线的航向分为 4 个象限, 8 个方向, 并通过信息迭代情况得出与航向角之间的增减规律, 如图 3 所示。

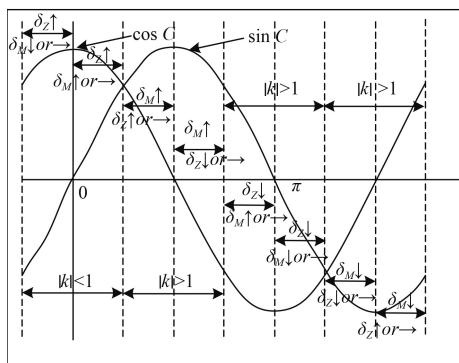


图 3 迭代值-航向角关系图

Fig. 3 Iterative value-heading angle diagram

图中 δ_M 为经向迭代值。可以看出, δ_M 与航向角 C 正弦值有关, δ_Z 为纬向迭代值与航向角 C 正弦余弦值有关。图中 $\delta_M \uparrow$ 表示的是经向迭代值加 1, $\delta_M \downarrow$ 为减 1, $\delta_M \rightarrow$ 表示不变。由此便可以根据迭代情况得出航向角的值, 当 δ_Z 递增且 δ_M 不下降时, $0^\circ < C < 45^\circ$; 同理当 δ_M 递增且 δ_Z 不下降时, $45^\circ \leq C < 90^\circ$ 。按照同样的规律便可以得出航线的航向角的计算结果。

2 仿真实验分析

将该计算模型使用到实验工作环境当中, 得出如图 4 的最优舰船航线计算结果。

为了突出偏微分方程迭代的最优舰船航线模型的计算准确率, 设立传统的计算方法作为实验的对比模型, 将 2 种最优舰船航线计算模型放入相同的实验环境当中。实验选用的实验环境为仿真模拟环境, 方便进行数据统计。将实时传输的数据结果作为实验的标准数据, 将通过 2 种计算模型得出计算结果与标准数

据做对比, 得出有关于计算准确率的实验结果, 如表 1 所示。

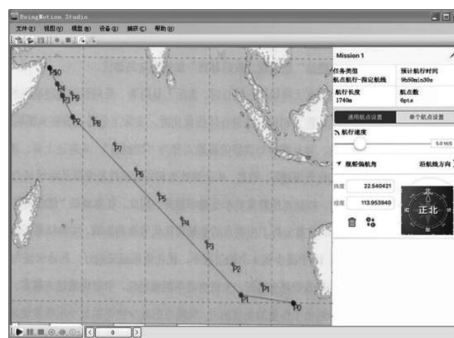


图 4 最优舰船航线输出结果

Fig. 4 Output of optimal ship route

表 1 实验对比结果

Tab. 1 Comparison of experimental results

	标准数据	传统模型计算结果	偏微分方程迭代计算模型结果
经度/ (°)	-36.97	-29.31	-36.95
纬度/ (°)	175.28	152.39	174.97
航向角/ (°)	+87.34	+84.75	+87.29
航程/m	1 769.5	1 854.9	1 771.4

从表中的数据可以看出, 在经纬度的计算上传统计算结果的误差为 30.55, 而设计出的计算模型得出的结果误差为 0.33。传统计算结果在航向角与航程方面的误差分别为 2.59°, 85.4 m; 而计算模型的误差分别为 0.05°, 1.9 m。综合计算参数可以得出传统计算方法的平均准确率为 81.46%, 偏微分方程迭代计算模型的准确率为 97.72%。

3 结 语

综上所述, 通过偏微分方程迭代设计出的最优舰船航线计算模型具有较高的计算准确性, 但该模型在设计计算过程当中只针对航向与航程 2 个方面进行具体计算, 而在舰船的实际工作过程当中, 处理航向与航程外, 还有其他因素会对航线产生影响。因此在未来的研究中, 需要将更多的因素考虑其中。

参考文献:

- [1] 何宛澄. 基于改进遗传算法的无人机最优救援航线研究 [J]. 数字通信世界, 2018, No. 162(6): 132-133.
- [2] 张进峰, 彭斯杨, 马伟皓, 等. 南海海域超大型油船避台航线优化及安全评估 [J]. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版), 2017, 41(3): 406-410.
- [3] 杨新渥, 裴一麟. 基于双层规划的航空公司航线航班优化研究 [J]. 航空计算技术, 2018, 48(3): 5-11.
- [4] 凌诗佳. 无人机航线规划系统的改进设计与实现 [J]. 现代电子技术, 2017, 40(2): 99-102.